Estrategia de Acompañamiento Técnico

MANUALES PRÁCTICOS PARA LA ELABORACIÓN DE BIOINSUMOS

15. Lixiviado de Lombriz.



AGRICULTURA
SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL

INIFAP
INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES, AGRÍCOLAS Y PECUARIAS



Producción para el Bienestar



ÍNDICE

1. Presentación.. 1
2. Introducción.. 3
3. ¿Qué es el Lixiviado de lombriz?............ 6
   3.1. Funciones.. 7
   3.2. Ventajas.. 8
4. Un poco de historia.. 8
5. Elaboración del Lixiviado de lombriz .. 10
   5.1. Ingredientes necesarios......................... 11
   5.2. Materiales y herramientas.................. 12
   5.3. Proceso de elaboración......................... 17
6. Características físicas y químicas del producto final........................... 27
7. Forma de aplicación...................................... 28
8. Almacenamiento y caducidad................ 29
9. Recomendaciones generales................... 30
10. Bitácora de seguimiento.......................... 31
11. Evaluación.. 33
12. Diagrama del proceso de producción.. 34
13. Referencias bibliográficas....................... 35

1. Presentación

“Todo es mejorable y perfectible, constantemente y más en el campo, en la agricultura, en donde están implicados miles de factores para su realización” [1]

La Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER) a través de la Estrategia de Acompañamiento Técnico (EAT)[2] del Programa Producción para el Bienestar, difunde y refuerza prácticas agroecológicas para el mejoramiento de la productividad y a su vez promueve sistemas locales de producción y consumo de alimentos sanos, nutritivos, resilientes, competitivos y socialmente responsables.

“Producción para el Bienestar aumentará la producción y con apoyos entregados de forma previa a las siembras, propiciará la inversión y mayor productividad en granos como el maíz, arroz, frijol, trigo harinero, además de sostener el esfuerzo productivo en café y caña de azúcar. Los apoyos del programa llevan bienestar a ejidatarios, comuneros y pequeños propietarios.”[3] Y, para 2021, se integran productoras y productores de cacao y miel.

Dentro del reforzamiento de las prácticas agroecológicas, la EAT promueve el uso y producción de bioinsumos, actividades indispensables para avanzar en el proceso de transición agroecológica. Los bioinsumos son más baratos, efectivos e inocuos, permitiendo que la actividad agrícola sea rentable y económicamente justa. Para el cumplimiento de dicho objetivo, se han contratado los servicios de técnicos profesionales de diversas disciplinas, a quienes se les ha llamado Técnicos Agroecológicos (TA), porque su mayor función es promover la utilización de metodologías que aseguren un manejo sustentable de los cultivos. Estos TA reciben el apoyo de Técnicos Sociales (TS), que procuran y alientan la organización de las y los productores enfocándose en la autoproducción de insumos y en el desarrollo de conocimientos.

En este sentido y con base en el convenio entre Agricultura y el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) para el ejercicio presupuestal 2021, ponemos a su disposición una serie de 16 manuales preparados como documentos de referencia. En ellos se plasma una metodología estandarizada y se homologan técnicas y prácticas agroecológicas, con el objetivo de facilitar la autoproducción de bioinsumos, y se proporciona información detallada sobre todo el proceso de preparación, manejo, utilización y aplicación eficiente en campo.

---

[1] *Frase atribuida a un técnico agroecológico de la EAT.*
[2] *La EAT tiene su origen a mediados del 2019 cuyo objetivo central es: incrementar las capacidades de los pequeños productores para transitar hacia un modelo agrícola mas sustentable, resiliente y productivo.*
[3] *https://www.gob.mx/produccionparaelbienestar*

Estos manuales además habrán de servir de herramienta para las y los técnicos agroecológicos de la EAT del Programa Producción para el Bienestar, para que las y los productores puedan desarrollar y ampliar sus conocimientos para la producción de bioinsumos, y de esa manera mejoren y aumenten la producción de alimentos y eliminar gradualmente el uso de fertilizantes y herbicidas químicos para cumplir el objetivo de alcanzar la autosuficiencia alimentaria.

A lo largo de esta serie de 16 manuales abordamos algunas de las diversas técnicas y prácticas agroecológicas para la auto producción de insumos. Dichos insumos orgánicos contribuyen, según sea el caso, al mejoramiento del suelo, al aumento de la nutrición vegetal y al control de plagas y enfermedades.

Para el tema del mejoramiento de suelo y del cultivo en general, ponemos a su disposición los manuales de: **Bocashi, Composta, Reproducción de microorganismos de montaña, Reproducción de microorganismos específicos, Humus de lombriz convencional y Lixiviado de lombriz; para aumentar la nutrición vegetal: Supermagro, Té de composta, Solución Steiner e Inoculación de semillas; para el control de plagas y enfermedades: Agua carbonatada, Caldo sulfocálcico, Caldo bordelés, Agua de vidrio, Extractos vegetales, y Trampas.**

El presente manual que corresponde al número 15 de la serie, presenta la técnica agroecológica **Lixiviado de lombriz**, uno de los bioinsumos más efectivos para corregir varios de los problemas agronómicos más comunes. Este biofertilizante entre otros efectos importantes: mejora la fertilidad de los suelos obteniendo excelentes resultados en rendimiento, elevando así la rentabilidad de la actividad agrícola en todos los cultivos donde se aplique.

Incluye una breve historia y un concepto general del uso de este insumo; además, los ingredientes, herramientas y materiales necesarios para su preparación paso por paso, sumando recomendaciones muy específicas, así como las características físicas y químicas que aseguren la calidad y buenos resultados en su aplicación. Se anexa una bitácora sencilla de seguimiento al proceso y a las aplicaciones, para garantizar un registro que pueda ser llevado a un análisis, revisión y en su caso a una investigación para la mejora del insumo.

Al final del manual se agrega una evaluación con preguntas puntuales que refuercen lo aprendido y con ello puedan desarrollar diversas técnicas y prácticas agroecológicas a partir de la autoproducción de bioinsumos y contribuir al objetivo de alcanzar la autosuficiencia alimentaria, planteada por el Gobierno de la Cuarta Transformación.

2. Introducción

“Mejor sería no hacer nada, dijo uno de los filósofos optimistas, los problemas del futuro, el futuro los resolverá. Lo malo es que el futuro es ya hoy, dijo uno de los pesimistas”, José Saramago. *Las intermitencias de la muerte.* 2005[4]

“El país enfrenta una situación de alta dependencia alimentaria del exterior. Importamos casi la mitad de los alimentos que comemos y también la mayor parte de insumos, maquinaria, equipo, implementos y combustibles para la agricultura. El campo mexicano tiene potencial y capital humano –particularmente en productores de pequeña y mediana escala– para elevar producción y productividad y reducir esas importaciones”. [5]

Desde 1982 el sector rural, en particular la agricultura campesina, ha vivido una guerra sin cuartel “económica, política, social e ideológica provocando la mayor crisis social y alimentaria desde tiempos de la Revolución Mexicana de 1910 y afectando a millones de campesinos y pobladores rurales, así como a la gran mayoría de los mexicanos”. [6]

Las y los campesinos de México y el mundo comenzaron a experimentar nuevas formas de hacerle frente a las crisis estructurales del modelo agroindustrial, de revolución verde y transgénico. “Los tecnócratas contemporáneos ostentaron el falso o dudoso privilegio de tener un papel único y sin precedentes en el desarrollo de la agricultura industrial para el logro del bienestar humano; sin embargo, los mismos son la especie que más ha desarrollado el poder de cometer un suicidio colectivo y de destruir toda la vida en la tierra a partir del invento, la producción y aplicación de tecnología (máquinas, venenos, fertilizante, etc.) inadecuada y de origen bélico en los ecosistemas agrarios”. [7]

La agricultura en México tiene dos problemas centrales que se deben resolver de manera diferenciada.

Por un lado, los altos costos de producción, ya que la agricultura como actividad económica dejó de ser rentable para las y los pequeños productores, debido al encarecimiento de los insumos. El otro problema es el enorme deterioro de los suelos. Aproximadamente el 93 por ciento de los suelos cultivables expresan una pérdida considerable de su fertilidad y a este factor se agrega la pérdida física de suelo, por arrastre fluvial y por viento fuerte.

---

[4]Suárez, Víctor. *Políticas públicas para la agricultura.* 2011.
[5]*https://www.gob.mx/produccionparaelbienestar*
[6]Varios autores. *Nuevo proyecto de nación, por el renacimiento de México.* 2011.
[7]Restrepo, Jairo. *Manual práctico, el ABC de la agricultura orgánica y harinas de roca.* 2007.

La incorporación de insumos químicos durante los 30 años recientes casi ha acabado con la biota original de los suelos: con los microorganismos (hongos, bacterias, actinomicetos etc.) y con las pequeñas especies (todo tipo de insectos y pequeños mamíferos y aves). La incorporación de elementos químicos solubles y asimilables por la planta no ha impedido la desmineralización paulatina del suelo, y es necesario incrementar la inducción de más minerales elementales químicos para poder obtener cosecha.

Uno de los aspectos más importantes para la producción de alimentos sanos, nutritivos e inocuos es el cuidado del suelo. Parecería algo elemental y obvio, sin embargo, durante todo el proceso de revolución verde, los suelos agrícolas fueron desechados, despreciados, así como las y los campesinos, bajo la lógica productivista y por la implementación de grandes cantidades de agrotóxicos y fertilizantes químicos. "Desde inicios del siglo XX, diversos estudios han afirmado que la fertilidad de los suelos determinaba el contenido de nutrientes de los alimentos y, por ende, la salud humana, dado que suelos que proveen un medio saludable rico en nutrientes, dan lugar a tejidos vegetales que contienen la mayoría de los elementos que el ser humano requiere". [8]

La autoproducción de insumos es una solución para suministrarlos en forma oportuna, con calidad y en cantidades suficientes. Se habla de autoproducir los requerimientos minerales y biológicos que necesitan los miles de pequeñas industrias biológicas que se ponen a trabajar cuando se siembran, a veces 45, 60 u 80 mil plantas. Microscópicas calderas (células) transforman minerales en compuestos moleculares y después en enzimas nutritivas y reactivas con la ayuda del agua de lluvia (o de riego) como reactivo poderoso y con la energía lumínica y el calor del sol.

"La calidad de los suelos ha sido resumida por Astier, Maass y Etchevers (2002) en tres principios: a) la productividad del ecosistema o agroecosistema, es decir la habilidad del suelo para seguir produciendo sin perder sus propiedades físicas, químicas y biológicas; b) la calidad medioambiental entendida como la capacidad del suelo para atenuar contaminantes ambientales y patógenos y seguir proveyendo servicios como la reserva de carbono, el mantenimiento de la biodiversidad y la infiltración de agua, entre otros, y c) la capacidad de un suelo para producir alimentos sanos y nutritivos para los seres humanos y otros organismos.[9]

---

[8] Cotler, Helena, *Transiciones agroecológicas para recuperar la calidad del suelo. Revista LEISA.*
[9] *Ídem.*

El conocimiento integrado de las y los campesinos y de las y los científicos ha conseguido que las diversas prácticas y procesos sean efectivos para la recuperación de la fertilidad y vida del suelo con bajos costos, y con insumos disponibles en las parcelas, en el bosque y en la montaña. Con ello, es posible hacer frente al deterioro de los suelos por el excesivo uso de plaguicidas y fertilizantes químicos, cuyos efectos cada día son más evidentes en la contaminación de ríos, plantas y suelos y daños en la salud humana.

Es necesario escalar en el dominio del proceso para la elaboración de insumos orgánicos, pero eso solo es posible si se escala también en el conocimiento que se requiere para comprender los procesos productivos de las plantas, del suelo y de los ecosistemas. Para poder incidir en el desarrollo de un cultivo con eficiencia, se requiere información, y el suelo y la planta la pueden proporcionar a través de diferentes mediciones, incluyendo que al inicio del ciclo productivo se cuente con análisis físico-químicos y biológicos de ambos elementos, que proporcionarán los datos que dan las pistas para actuar, y cultivar eficientemente una planta o miles de ellas, evitando al mismo tiempo el deterioro de la fertilidad de los suelos.

La información es conocimiento, el conocimiento es solución, la solución es producción, la producción es ingreso económico, y un mayor ingreso es mayor garantía de vida digna. Una idea implícita en las investigaciones agroecológicas es que, entendiendo estas relaciones y procesos ecológicos, los agroecosistemas pueden ser manejados para mejorar la producción de forma más sustentable, con menores impactos negativos ambientales y sociales y un menor uso de insumos externos. En la conferencia número 20, “Experiencias Agroecológicas Internacionales”, como parte del ciclo Autosuficiencia Alimentaria e Innovación Tecnológica con Prácticas Sustentables, que organiza la Secretaría de Agricultura, los expositores (Walter Jehn --Australia--, Vijay Kummar --India-- y Sebastiao Pinheiro --Brasil--) coincidieron en que “la revolución verde, que difundió la agricultura industrial, ha llegado a su saturación y su fin”.[10]

La agroecología es una alternativa sostenible frente al modelo de revolución verde, transgénico y agroindustrial, y por ello es necesario sumar esfuerzos de todas y todos los actores comprometidos con el presente y futuro de la agricultura. El presente manual, y toda la colección, es una herramienta útil que se suma a este propósito.

---

[10] Gillet, Eliana, *Cómo la revolución verde llega a su saturación y su fin.* 2021. *https://mundo.sputniknews.com/opinion/202101291094277992-como-la-revolucion-verde-llego-a-su-saturacion-y-su-fin/*

3. ¿Qué es el Lixiviado de lombriz?

El lixiviado de lombriz es un biofertilizante natural que contiene macroelementos como el nitrógeno, fósforo, y potasio, así como microelementos (zinc, fierro, cobre, manganeso, molibdeno, boro, calcio, magnesio, azufre y sodio), nutrientes indispensables para el crecimiento de las plantas, además de contener algunas enzimas, proteínas, aminoácidos y microorganismos benéficos, siendo este un biofertilizante ideal para su aplicación en todos los cultivos, ya sea por medio del riego o por aspersión a la filósfera.

La riqueza de este insumo está dada por el trabajo que realizan las lombrices rojas californianas (*eisenia fetida*) mismas que a partir del proceso de ingestión y digestión provocan la transformación biológica, química y física de los materiales orgánicos sólidos contenidos en el montículo de lombricomposta.

El lixiviado obtenido en el proceso de lombricompostaje es un líquido de excelente calidad para mejorar, corregir y aumentar la fertilidad en suelos agrícolas debido a su alto contenido de humatos los cuales son ácidos húmicos y fúlvicos altamente asimilables y aprovechables por las raíces de los cultivos y la microflora y microfauna de los suelos y sustratos de siembra agrícola.

Al ser aplicado al suelo o al follaje de la planta actúa como:

- Fertilizante o abono orgánico ya que hace aprovechable todo el amplio rango de los macros y micronutrientes.
- Evita la concentración y acumulación de sales en el suelo.
- Promueve un medio ambiente ideal para la proliferación de microorganismos benéficos tales como: bacterias, hongos, actinomicetos, protozoarios, etc.
- Limita el desarrollo de patógenos y enfermedades, con lo cual se reduce sensiblemente el riesgo durante el desarrollo fenológico de las plantas.
- Estimula la humificación propia del suelo y su enriquecimiento en microflora y microfauna.
- Es un aportante natural de materia orgánica asimilable por los cultivos.
- Propicia la descomposición de residuos orgánicos (vegetales principalmente) presentes en el suelo.

En el presente manual se explica la producción de lixiviado de lombriz a través de un método más rápido denominado "lombricompostaje eficiente", que implica formar enormes pilas en forma de trapecios de estiércol, lombriz, material vegetal en seco o verde, grava, tezontle, además de instalarse unos aditamentos para la oxigenación y un sistema de riego por aspersión.

Esta forma de lombricompostaje permite ahorrar tiempo en el precompostaje y la producción de lixiviado se aumenta considerablemente, pues un montículo puede estar lixiviando hasta por 8 meses o más tiempo. De esta forma, el costo y el tiempo de producción en términos del ciclo productivo permiten mejorar los resultados del proceso y por lo tanto también del cultivo. Además el producto final se puede enriquecer mediante la incorporación de diferentes compuestos y materiales (microorganismos específicos, aminoácidos, entre otros) que lo convierten en un biofertilizante perfecto para la agricultura.

3.1. Funciones

- Aumenta la biomasa de microflora y microfauna presentes en los suelos agrícolas.
- Estimula el desarrollo, crecimiento, madurez y salud radicular.
- Mantiene y retiene la humedad en el suelo por más tiempo.
- Reduce la conductividad de los suelos salinos a través del agrupamiento de arcillas.
- Balancea y corrige el pH en suelos ácidos (lo nivela entre 6.5 y 7.8).
- Promueve, aumenta y equilibra el desarrollo de hongos benéficos presentes en el suelo.
- Aumenta la producción en los cultivos agrícolas por efecto de la materia orgánica contenida en él.
- Disminuye la actividad de áfidos y otros parásitos dañinos para el cultivo, en la rizósfera.
- Ayuda a reducir la contaminación de los suelos por el uso indiscriminado de insumos químicos.
- Es rápidamente asimilado por la raíz y por las estomas en la filósfera.
- Incrementa la capacidad de retención de humedad.
- Estimula la bioactividad al contener microorganismos benéficos del suelo en altas concentraciones, creando un medio antagónico para algunos patógenos.
- Neutraliza sustancias tóxicas como restos de herbicidas e insecticidas.
- Solubiliza elementos nutritivos, poniéndolos en condiciones de ser aprovechables para las plantas gracias a las enzimas que incorpora y sin las cuales no sería posible ninguna reacción bioquímica.
- Controla el dumping off o mal de los almácigos, su pH cercano a 7 y su actividad microbiana evitan que exista un medio óptimo para el desarrollo de los hongos patógenos.

3.2. Ventajas

- El método es muy productivo, alcanzando una producción mínima de 3000 litros por metro cubico.
- Los ingredientes son locales y económicos.
- No requiere un gasto importante de energía.
- Es fácil su aplicación.
- Es un insumo propicio para generar avances importantes en el proceso de transición hacia un sistema más sustentable, resiliente y productivo.
- Reduce los costos de manera importante por hectárea, al reducir el uso de insumos químicos.
- Se puede aplicar en todos los cultivos y en cualquier etapa fenológica.

4. Un poco de historia

La lombricultura tiene varios años de practicarse en México, más en algunas regiones que en otras, pero el común denominador es que es un método que no ha sido muy promovido y asumido por los productores.

Existen proyectos que se emprendieron desde hace más de 20 años y aun funcionan, a pesar de que otros se acabaron a los pocos meses de que se instalaron, y no pasaron de ser una novedad que no prosperó.

La lombricultura tradicional tiene como objetivo la producción de humus sólido o pie de cría de lombriz. Organizaciones de productores de varios estados de México emprendieron hace años la práctica de la lombricultura tradicional, que consiste en realizar un precomposteo de estiércol junto a otros ingredientes o materiales alcanzando muy buenos resultados. Uno de esos proyectos está ubicado en Etzatlán, Jalisco, en la Unión de Ejidos General Lázaro Cárdenas Ex laguna de Magdalena, por mencionar alguno.

En las siguientes fotos aparece la versión clásica de canteros, de la cual se tomó el ejemplo para promoverlo entre los agricultores.



El Lixiviado de lombriz es un compuesto orgánico y biológico de alta eficiencia susceptible de ser inducido en forma foliar en un cultivo, dada su forma líquida; sus componentes actúan en forma inmediata en las plantas, en pocos minutos las células reaccionan y disponen de lo que necesitan para acelerar, eficientar y mejorar su funcionamiento a nivel celular y alentar sus procesos de desarrollo fenológico.



5. Elaboración del lixiviado de lombriz



5.1 Ingredientes necesarios para la elaboración

Los ingredientes que a continuación se presenta, son para la construcción de una pila de 10 metros de largo por 2 metros de ancho.

El Lixiviado de lombriz es un compuesto orgánico y biológico de alta eficiencia susceptible de ser inducido en forma foliar en un cultivo dada su forma líquida, sus componentes actúan en forma inmediata en las plantas, en pocos minutos las células reaccionan y disponen de lo que necesitan para acelerar, eficientar y mejorar su funcionamiento a nivel celular y alentar sus procesos de desarrollo fenológico.

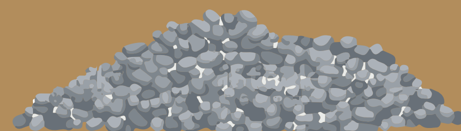
750 kg de estiércol (se puede combinar estiércoles de: equino, bovino, ovino y avícola o conejo).



350 kilogramos de materia seca: paja, esquilmos de cosecha de cualquier cultivo agrícola.



300 kilogramos de grava semi gruesa (diámetro de una pulgada), de preferencia de tezontle, por lo poroso y por la riqueza química de su composición; se puede sustituir por alguna roca similar de la región.



Agua limpia de manantial NO clorada, deberá ser una cantidad suficiente y fluida ya que los riegos son diarios.



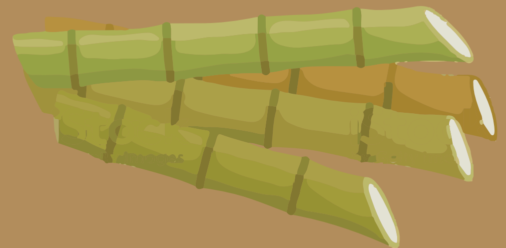
60 kilogramos de lombriz roja californiana (eisean fetida). Se necesitan 6 kilogramos por cada metro lineal de largo.



Piedra gruesa de rio. Esta piedra deberá ser de preferencia redondeada del tamaño de un puño, en cantidad suficiente para cubrir la parte del plástico (membrana) en donde se extenderá la materia vegetal.

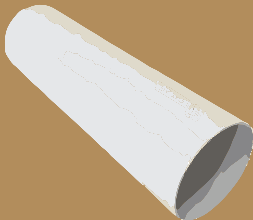


Paja gruesa: La paja gruesa se refiere a la caña del maíz, que servirá para cubrir con 3 capas la superficie del montículo.



5.2 Materiales y herramientas

Construcción del montículo.

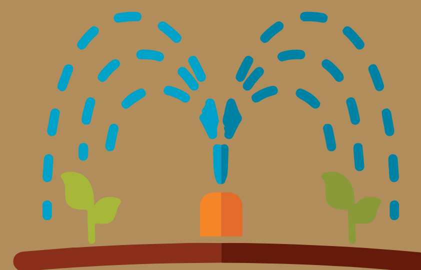


Tubo de PVC de 8 pulgadas de diámetro en tramos de 180 centímetros; serán respiraderos y conductos de inoculación de lombrices.



Tubo de PVC de 2, 4 o 6 pulgadas de diámetro para el acopio y conducción del lixiviado y agua.

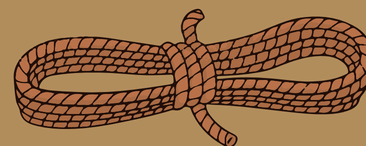
Sistema de riego por aspersión: Espreas, válvulas, manguera, bomba, etc., en tamaño de acuerdo con lo largo del montículo o montículos.



Una plomada de albañil (vertical).

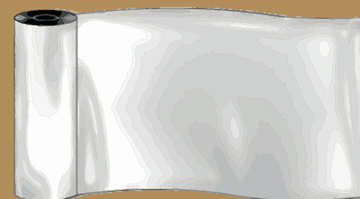


50 metros de cuerda resistente.



Membrana de plástico calibre 4,000 de 5 metros de ancho por 13 metros de largo, para la cubierta del suelo con el fin de evitar filtraciones al suelo y pérdida de líquidos.

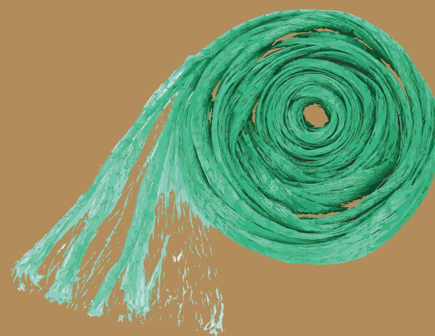
Membrana de plástico de alta resistencia para cubrir las paredes del montículo.



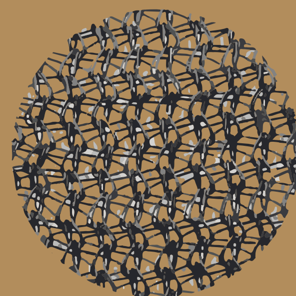
Tinacos de plástico tipo Rotoplas, de preferencia de los que no son antibacteriales, la cantidad varía, de acuerdo con la cantidad de lixiviado que se obtenga al día.



Rollo de 5 metros por 500 metros de malla antipájaros (2cm x 2cm), para cubrir el montículo.



Malla sombra de alta densidad (70%) para cubrir las fosas donde se almacene el lixiviado maduro.



Construcción de instalaciones

Se requiere un terreno cuya superficie vaya de acuerdo con la dimensión de producción de lixiviado que se tenga planifica de un inicio y hacia el futuro, con una pendiente natural mínima de 3 – 4% para que permita un escurrimiento permanente y fluido.



Una fosa pequeña en la cual se capte el escurrimiento proveniente del montículo desde que se inicia la inducción de agua, con capacidad para recibir 1.5 m3 de líquido (entre mil y dos mil litros al día) y que pueda retornarse al montículo varias veces.

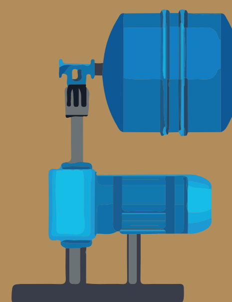


Una fosa con capacidad para recibir el lixiviado final, con dimensiones de 5 metros de largo por 4 metros de profundidad por 1.5 metros de ancho, la cual da una capacidad de almacenamiento de 30 mil litros.



Una toma de electricidad para alumbrado y bombeo de agua, o en su caso un moto generador de Parihuela.

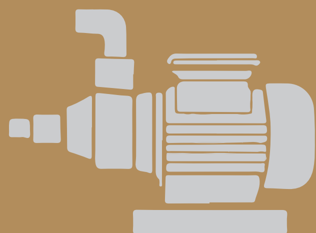
Una toma de agua o instalaciones propias de abasto



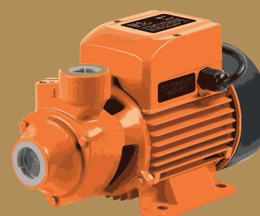
Un local de 4 metros largo por 4 metros de ancho, o 4 metros de largo x 5 de ancho, las medidas dependen del espacio que se tenga. Este local servirá para el almacenamiento de los equipos, materiales, herramientas e instrumentos.



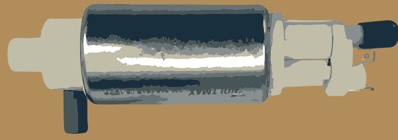
Equipo



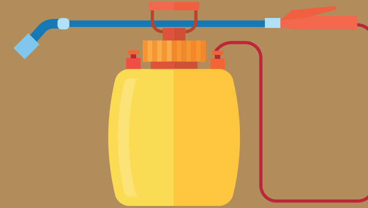
Una bomba hidráulica para la instalación del sistema de riego por aspersión.



Una bomba hidráulica de 1/2 hp para retorno del lixiviado y obtención del lixiviado final.



Bomba(s) de repuesto.



Un equipo de aspersión que permita un flujo de 40 litros por hora por cada 20 metros de montículo.



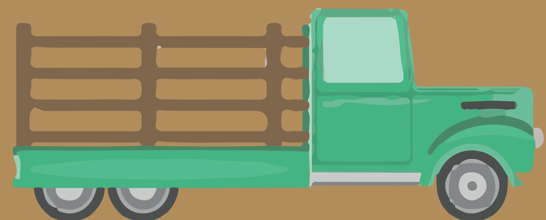
Carretillas, palas cuadradas y de punta, bieldos y azadones.

Equipos opcionales

Estos equipos, serán de acuerdo con los recursos disponibles.



Un cargador frontal bobcat, siempre y cuando la instalación sea grande.

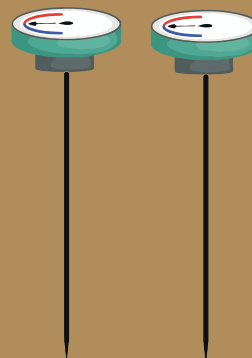


Una camioneta de tres toneladas para acarreos.

Instrumentos de medición



Medidor de pH, ORP, CE, temperatura y humedad.



2 termómetros de aguja para medir la temperatura del montículo.

5.3. Proceso de elaboración

Preparación del piso en el terreno

Paso 1: En el terreno disponible, se elige el área que permita emparejar y apisonar el suelo, que tenga una pendiente que fluctué entre 2 y 4% (ver figura No. 1). Esto último es importante. El apisonado tiene la intención de reducir los hundimientos del terreno y evitar que se creen hondonadas pequeñas donde se pueda encharcar el lixiviado, lo cual no debe suceder pues debe impedirse la concentración de los sólidos.

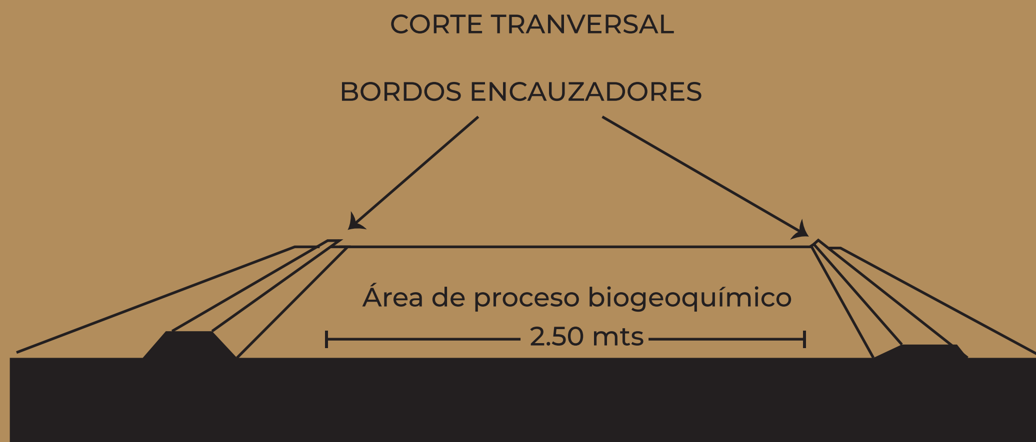
FIGURA 1

CROQUIS DE PENDIENTE



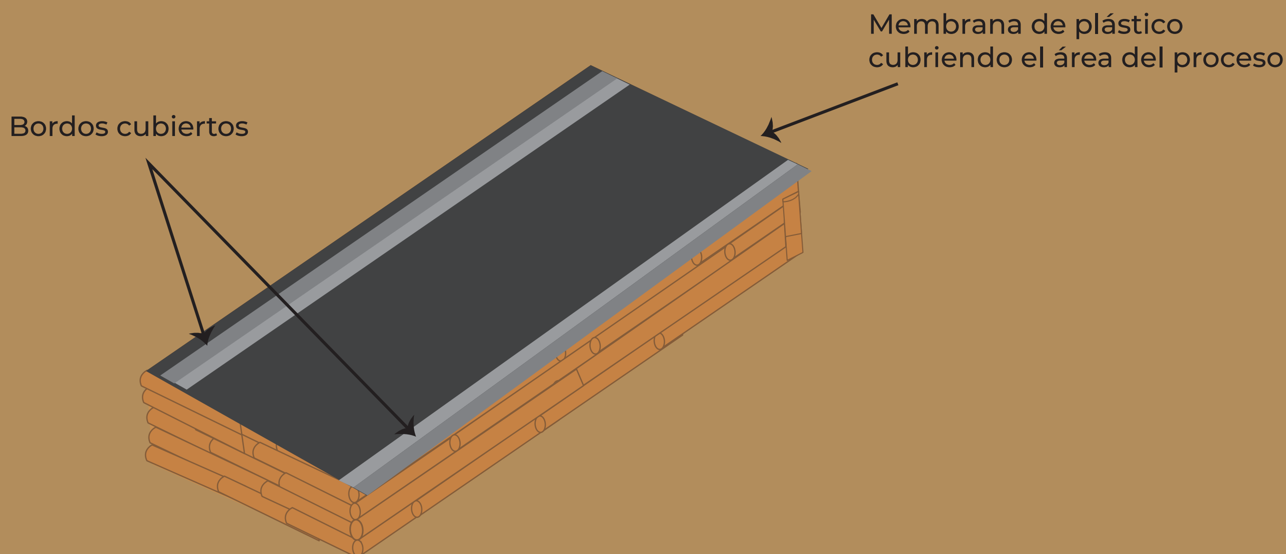
Paso 2: Una vez que se apisonó el área, se deberán formar unos bordos pequeños a lo largo y a ambos lados de la zona central (figura 2); esto, para formar un canal que sirva como barrera para evitar la pérdida del lixiviado.

FIGURA 2

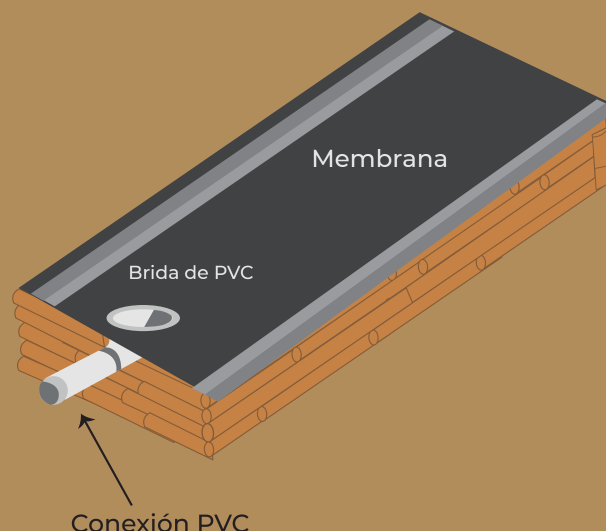


Paso 3: Una vez que el terreno quedó acondicionado, se cubre con la membrana plástica tal como se muestra en la siguiente figura.

FIGURA 3



En la parte más baja del montículo, se coloca una conexión de tubería de PVC con la ayuda de una brida de PVC para captar el lixiviado; los primeros escurrimientos van a un depósito pequeño el cual puede ser una fosa, desde la cual, con una bomba hidráulica (eléctrica o de gasolina), el liquido captado se retorna al montículo por el sistema de aspersión. Esto se hace por lo menos 5 veces.

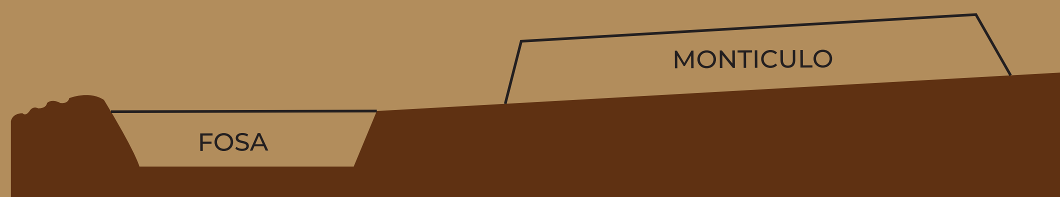


Construcción de fosas

Paso 4. Fosa de retorno: En la parte baja del terreno se construye una fosa rectangular pequeña a la que se denominará "Fosa de retorno", misma que servirá para captar el liquido del escurrimiento inicial; esta fosa deberá tener mínimo las siguientes dimensiones: 1.5 metros de ancho por 2 metros de largo por 1 metro de profundidad (puede hacerse más pequeña o grande si se desea). La fosa también deberá compactarse y eliminar todas las puntas de roca o raíces, ya que se forrará de plástico negro.

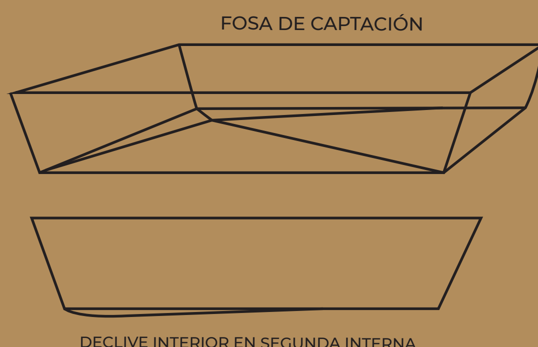
Si se construyen varios montículos, a cada uno se le deberá construir una "fosa de retorno" pues cada lixiviación tendrá diferente "edad" y éste no debe revolverse, cada montículo debe recibir su propio lixiviado.

FIGURA 4 FOSA DE CAPACITACIÓN



Paso 5 Fosa de almacenamiento: Deberá construirse una fosa más grande la cual se le denominará "Fosa de almacenamiento", misma que puede ser rectangular y deberá tener las siguientes dimensiones: 5 metros de ancho por 4 metros de largo y 1.5 metros de profundidad. La fosa de almacenamiento deberá tener en el fondo un desnivel de fuga o de concentración (a un punto más bajo) hacia cierto lugar para que allí se acumule el liquido, y de esa manera no quede esparcido en todo el fondo. Ver la figura 5.

FIGURA 5



Ejemplo de diferentes tipos de Fosa

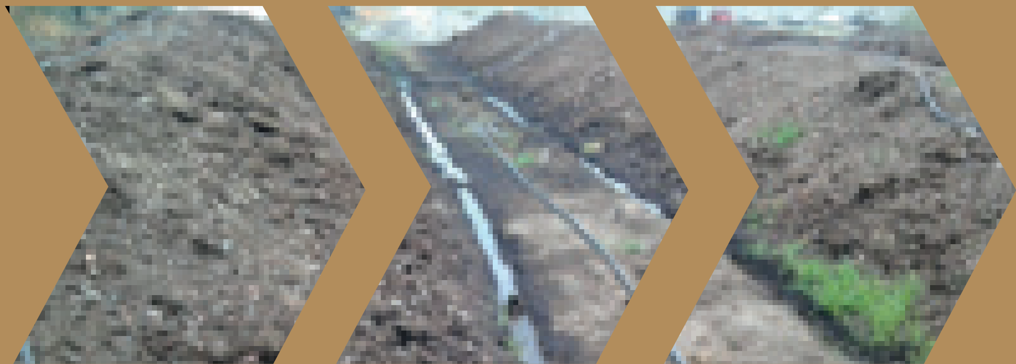


Esta fosa, deberá tener protecciones a los lados (cerco o barandal), de manera que no puedan caer en su interior ninguna clase de objetos, como animales.

Se deberá colocar una protección contra los rayos directos del sol, ya sea con malla sombra o si se tienen recursos un techado formal.

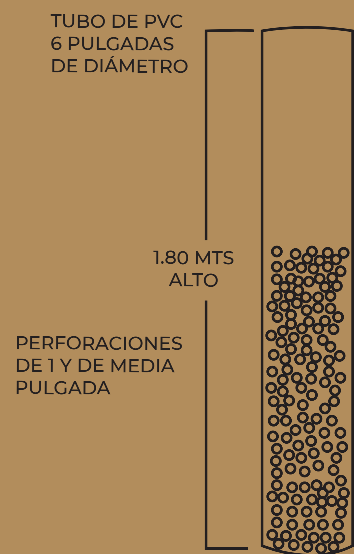
Formación del montículo

Se sugiere que el largo mínimo sea de 5 metros de largo.



Paso 6: Se deberán preparar tramos de tubo PVC de 6 u 8 pulgadas de diámetro, cortados de cierto tamaño, considerando que el tubo no va asentado en el piso, sino que se deja a 30 o 40 cm encima de éste, y deberá sobresalir 40 o 50 cm por encima del alto del montículo. A cada tubo se le deberán hacer perforaciones de:

1 pulgada de diámetro al menos a dos terceras parte del tubo, tal como se muestra en el siguiente dibujo.



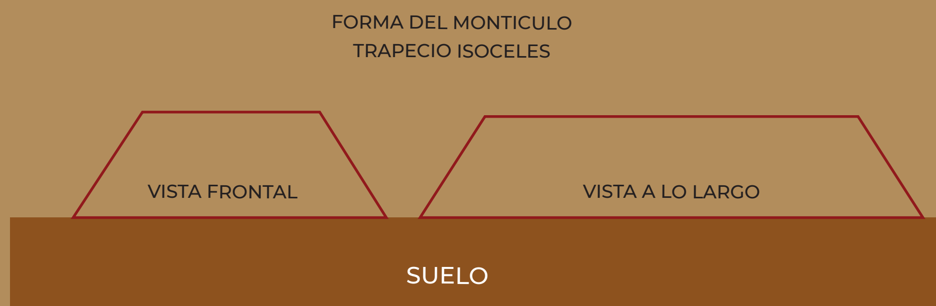
Etapa de precomposteo

El proceso de lixiviación se inicia con la etapa termófila, es decir, la parte del proceso en que los materiales se deben calentar de forma natural; debido a la reacción bioquímica de fermentación, el aumento de temperatura se detona u origina cuando se agrega agua.

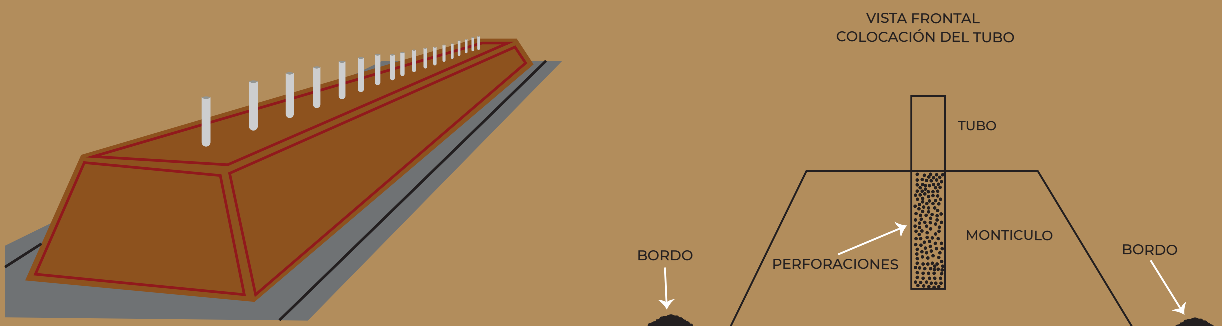
En esta etapa el montículo deberá alcanzar una temperatura de hasta 700 C y deberá mantenerse por lo menos durante 3 días (72 horas continuas). Lo más importante de esta etapa es que se deberá tener cuidado de que la temperatura (700C) no cambie; es decir que no disminuya ni aumente, ya que, si baja, el material no estará debidamente "cocido" (madurado) y si aumenta se corre el riesgo de que el material se queme y deje de ser apto como humus, propicio para funcionar como alimento de las lombrices.

Para esta etapa los ingredientes se acomodan de la siguiente manera:

- Se mezclan tres ingredientes (350 kilos de paja, 750 kilogramos de estiércol y 300 kilos de grava) de manera uniforme y se reserva para la conformación del montículo.
- Se acomoda una capa de piedras, con esta primera capa se define el ancho del montículo.
- Encima de las piedras se coloca una capa de la paja gruesa, cubriendo bien la capa de piedras.
- Posteriormente se agrega la mezcla de la paja – estiércol – grava y se va acomodando en forma de trapecio isósceles. Ver siguiente dibujo.



- Se continúa acomodando capa por capa hasta formar un metro de alto, a partir de ahí se coloca un tubo de PVC perforado a 40cm del suelo y por cada metro de largo del montículo, deberán estar alineados al centro. Se utiliza la plomada y el hilo para procurar que estos vayan derechos; Ver dibujo



Se debe procurar que la parte superior del montículo quede en forma plana, de manera que este no quede en forma cónica, sino realmente como un trapecio, para que la parte plana del trapecio sirva para favorecer la infiltración de agua.

Las perforaciones en el tubo tienen la finalidad de permitir la oxigenación de la mezcla de paja – estiércol – grava y la inoculación de lombrices días después.

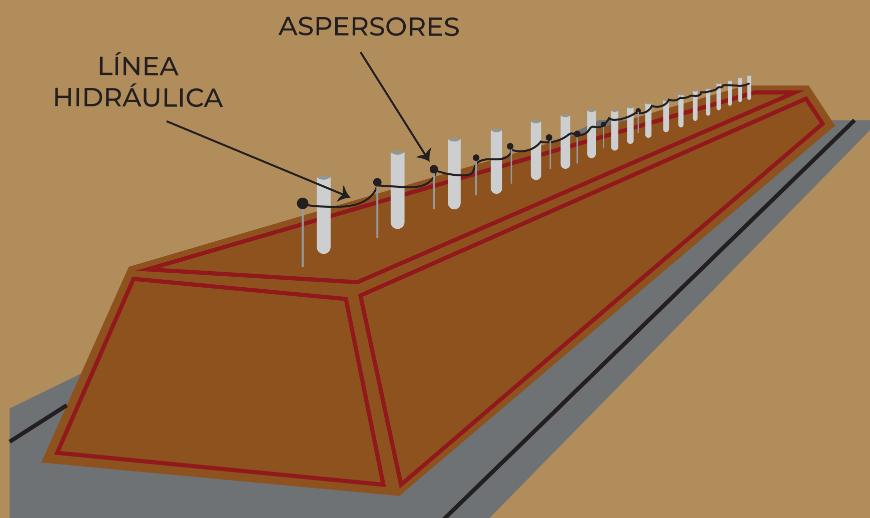
- Una vez que se colocaron los tubos de aireación, si se cuenta con ella, se coloca a lo largo y ancho del montículo un tramo de malla antipájaros, de cuadros de 2 x 2 cm de tamaño de retícula; esta malla deberá evitar que los pájaros o aves de corral cercanas escarben, desmoronando y deformando el montículo, además de evitar que se coman las lombrices.

La malla ayudará a mantener la forma de trapecio del montículo para asegurar que el riego sea uniforme y no llegue a concentrarse y chorrear causando arrastres de material. La malla se sujeta a los lados del montículo con piedras grandes, y que se puedan quitar y poner con facilidad y no tengan bordes cortantes que dañen la malla y la membrana de plástico del piso.

- Una vez formado el montículo con los tubos de oxigenación, se instalará el sistema de riego por aspersión, el cual se coloca a lo largo del montículo; se pueden aprovechar los tubos de aireación para guiar y sostener la manguera. No se prescinde de los postes de soporte ni de sujeción de la manguera ni de los aspersores.

El sistema de aspersión se conecta a la toma de agua y se instala la bomba hidráulica.

SISTEMA DE ASPERCIÓN



Operación y cuidados

Etapa termófila (precomposteo)

La temperatura del montículo se deberá medir constantemente en diferentes puntos y alturas del montículo, para verificar que cumpla con los grados adecuados para las lombrices. Si la temperatura aumenta, será necesario incrementar el riego para disminuirla.

Al iniciar el proceso, el sistema de aspersión se calibra para que haga un riego permanente de 40 litros por hora, por cada 20 metros lineales del montículo. Se deberá revisar constantemente los aspersores para que no se tapen y dejen de asperjar el agua que se necesita.

Durante los primeros días no se lixiviará nada, ya que la mezcla está absorbiendo toda el agua que requiere, sin embargo una vez que se satura comenzará a lixiviar y este se almacenará en la fosa para después retornarlo al montículo cada 3 días.

Se recomienda tener una bomba de repuesto por si la que se tiene deja de funcionar o sufre algún desperfecto.

Para verificar que la etapa termófila ha concluido, el escurrimiento de lixiviado será de un color oscuro con un aroma a fermento, lo que significará que será el momento de agregar las lombrices.

El proceso de precomposteo, debe durar entre 20 y 30 días a partir de que se inició la aspersión de agua al montículo.

Inducción de lombrices

- Se deberán revisar los tubos oxigenadores para asegurar de no hay encharcamiento de agua en su interior.

- Una vez verificado, se introducen en cada tubo oxigenador 6 kilos de lombrices por cada metro de largo del montículo. Esto se deberá de hacer con mucho cuidado para no lastimar a las lombrices.

Para acelerar el proceso de descomposición de la materia orgánica y poder enriquecer el lixiviado final, se recomienda inocular el montículo con una mezcla de un consorcio de microorganismos solubilizadores y degradadores; la dosis que se describe es por cada 40 metros lineales, 2.5 metros de ancho por 1.60 metros de alto del montículo

Consorcio de microorganismos	Dosis (litros)
Trichoderma harzianum	5
Basilus Megaterium	5
Basilus subtilis	4
Pseudomona Putida	4
Pseudomona Fluorensces	4
Sacharomices	5
Azospirilum	3
Otros materiales	
Ácido acético al 90%	4

Esquema de retorno de líquidos

- El primer líquido que escurre se retorna al montículo, junto con agua nueva a través del sistema de riego; este líquido se devuelve hasta 5 veces o más cada tres días.
- Después de que se han inoculado las lombrices, comenzará a escurrir el lixiviado a los 5 o 6 días; este lixiviado es aún inmaduro, por lo que se deberá retornar 4 o 5 veces al montículo junto con agua nueva. Esto significa que el liquido que lixivia después del quinto retorno es el lixiviado final, el cual deberá almacenarse en la fosa.
- El lixiviado tendrá un color café oscuro, con un aroma a tierra húmeda.
- Una forma de saber si el lixiviado tiene la calidad requerida, es pesándolo: Un litro de ese liquido debe pesar entre 1.08 y 1.120 kilogramos, si no cumple con este peso, se deberá retornar al montículo hasta que alcance el peso adecuado.

Si se establecieron varios montículos, cada uno deberá cumplir con todo el proceso individualmente.

No es recomendable que en la misma fosa se arrojen los lixiviados de todos los montículos si es que cada uno inició el proceso de aspersión en diferentes momentos.

Cosecha de lombrices

Cuando se observan las lombrices en la superficie del montículo, significa que el proceso de descomposición de la materia orgánica ha finalizado, por lo que se coloca una capa de arpilla y, encima de ésta, material vegetal fresco para que las lombrices suban y puedan ser inoculadas en otros nuevos montículos.

La materia orgánica final se puede almacenar en costales o en algún patío grande que esté techado.

Estacionalidad del proceso

El proceso de producción de lixiviado de lombriz se debe realizar en cierta temporada. Comienza en el mes en que termina la temporada de lluvias, este puede ser el mes de octubre, y termina el mes de julio. Esto cambia dependiendo de cada región.

Esta forma de hacer lombricompostaje eficiente es estacional, es decir, no es permanente, dado que la instalación está al descubierto, y llegada la época de lluvias, éstas pueden llegar a desbaratar los montículos, y en otros casos el invierno no va a permitir que este proceso subsista los meses que idealmente debe durar.

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Instalación												
Temporada						< fin				Inicio>		

Dependiendo de la región, se puede variar hasta por 30 días; la formación del montículo se realiza en la segunda o tercera semana de octubre y la cargada de lombrices se realiza aproximadamente en la cuarta semana de noviembre. El escurrimiento que se desea fluirá a partir de la segunda semana de diciembre.

Innovaciones y modificaciones

Esta propuesta puede tener modificaciones que se requieran para el logro del objetivo: “obtener la mayor cantidad de lixiviado posible”. Los productores pueden incorporar todos aquellos cambios que incrementen la calidad, la fluidez de líquidos, la separación de éstos, y la preservación de las cualidades o parámetros bioquímicos.

A manera de sugerencia, se pueden instalar techos, malla sombra, registros de sedimentación (desarenadores), válvulas para control de flujos, cercados, iluminación nocturna, fosas de auxilio, y se puede realizar la contratación de personal específico.

6. Características físicas y químicas del producto final

Contenido y propiedades fisicoquímicas y biológicas	
pH	6.5-7.5
ORP positivo natural	-120 / -250
ORP positivo inducido	+350/+450
M.O.%	0.2 – 0.7
Nitrógeno. N-NH+4ppm	4000 - 5000
N2%	0.8 - 1.0
P2O5%	0.13 - 0.35
K2O%	0.3 - 0.7
Calcio (Ca) mg/lt	480
Magnesio (Mg) mg/lt	90
Boro (B) mg/lt	40
Sodio%	0.1 – 0-2
Fierro (Fe) ppm	24 - 100
Zinc (Zn) ppm	3 - 10
Cobre (Cu) ppm	1-3
Relación C/N	8.0 -11.0
Ácidos húmicos mg/Lt	100
Ácidos fúlvicos mg/Lt	650
Solubilidad en agua%	100
Bacterias benéficas u.f.c	10.76 - 10.82
Hongos benéficos u.f.c	10.36 - 10.42
Actinomicetos u.f.c	10.69 - 10.74
Nitrógeno%	1.8 - 2.3
Contenido energético Kcal/100gr	0.670
Proteína %	7.37
Densidad	1.0496 Kg/L. a más

7. Forma de aplicación



El lixiviado se deberá diluir en agua; la dosis de dilución es 1 litro de lixiviado por cada 4 litros de agua.

Se aplica de manera foliar con mochila aspersora o aspersora con aguilones, igualmente puede ser directo al suelo a través del riego ya sea por goteo, pivote, aspersión o rodado.

Se puede aplicar a todos los tipos de cultivos (granos, frutales, forrajes, jardines, hortalizas, etc.).

Las dosis por etapa de aplicación son las siguientes:

Etapa	Dosis (litros)
Dos meses antes de la	200
Un mes antes de la	100
15 a 20 días después de la emergencia	100
Antes de la floración	100
Durante el llenado del grano	100

Las dosis pueden variar dependiendo de la condición nutricional y del desarrollo vegetativo del cultivo; lo máximo que se sugiere aplicar durante todo el desarrollo del cultivo son 1,000 litros por hectárea.

8. Almacenamiento y caducidad

La fosa de almacenamiento debe siempre estar en perfectas condiciones de uso, protegida y, si se puede, cubierta. En caso de que sea necesario reubicar la fosa, el lixiviado se almacenará en tambos limpios y que se puedan cerrar herméticamente; colocarlos en un lugar fresco, seco y oscuro.

Cada semana se deberán abrir y cerrar las tapas de los recipientes para permitir que el gas generado por la biota contenida pueda ser liberado y asegurarse de volver a cerrar correctamente.

No se debe almacenar por más de 5 meses, de preferencia se debe utilizar una vez que salió del montículo.

9. Recomendaciones generales

- No mezclar con otros productos químicos, ya que eso reduce el contenido de microbiología natural que existe.

- No es en sí mismo un producto tóxico, sin embargo, si para personas y animales llegan a ingerirlo, dado el contenido de microorganismos es muy probable que provoque trastornos en la salud, mediante infecciones en las vías respiratorias y el aparato digestivo. Por ello, para su utilización y manejo, se sugiere el uso de ropa adecuada, guantes de hule, mascarilla (careta) y/o cubre boca, y después de utilizarlo lavarse las manos perfectamente.

- Para frutales, como: mango, melón, sandia, guanábana, plátano, y otros productos como la calabaza, la fruta que se cae, puede ser agregada encima del montículo.

- No se recomienda agregar restos de cítricos como: limón, naranja, toronja, etc.).



10. Bitácora de seguimiento

Monticulo

Registro de Temperatura y Humedad / Día / Mes

Mes

Hora >	7:00		9:00		11:00		13:00		15:00		17:00		19:00		21:00		23:00		1:00	
Día	T	H	T	H	T	H	T	H	T	H	T	H	T	H	T	H	T	H	T	H
1																				
2																				
3																				
4																				
5																				
6																				
7																				
8																				
9																				
10																				
11																				
12																				
13																				
14																				
15																				
16																				
17																				
18																				
19																				
20																				
21																				
22																				
23																				
24																				
25																				
26																				
27																				
28																				
29																				
30																				
31																				

OBSERVACIONES:

Registro de pH y ORP / DÍA / MES

Mes

Hora >	M. 1		M. 2		M. 3		M. 4		M. 5		M. 6	
Día	pH	ORP	pH	ORP	pH	ORP	pH	ORP	pH	ORP	pH	ORP
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												
21												
22												
23												
24												
25												
26												
27												
28												
29												
30												
31												

OBSERVACIONES:

Aplicación

Cultivo: ______________________

Forma de aplicación: ____

Ciclo de cultivo: _______________________________________

Etapa de aplicación: __________________ Cantidad aplicada: __________________

Hora de aplicación: _________________________

Porcentaje de humedad del suelo: _________________________

Resultados observados de acuerdo con la función:

____

____

Sugerencias y recomendaciones:

____

____

11. Evaluación

Las siguientes preguntas servirán como reforzamiento del aprendizaje.

1. ¿Qué importancia tiene el lixiviado de lombriz en los cultivos?

2. ¿Cuáles son los materiales por utilizar para la formación de los montículos?

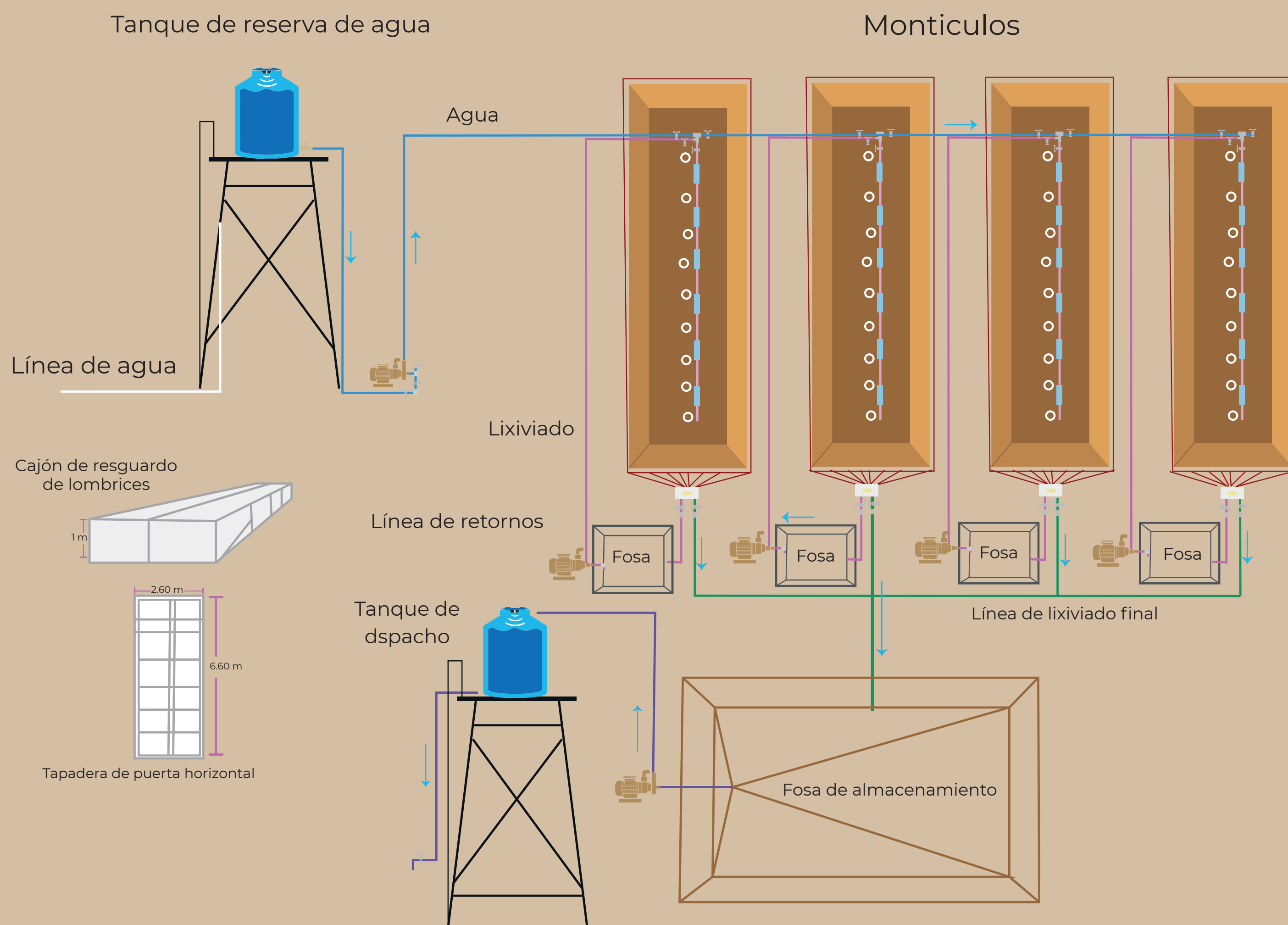
3. ¿Cuál es la variedad de lombriz que se sugiere utilizar?

4. ¿Cuál es la densidad que debe tener el lixiviado final?

5. ¿Cuál es la dosis de aplicación?

6. ¿Cuál es la mejor época del año para la producción de lixiviados?

12. Diagrama del proceso de producción



13. Referencias bibliográficas

- Tecnología adecuada a partir de prácticas realizadas en diferentes lugares de México, compilada y adaptada por Luis Chaparro Arredondo colaborador de ANEC A.C. Información generada por productores que han iniciado un proceso de transición hacia una agricultura más sustentable, más resiliente y más productiva.

